

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-271014

(43)公開日 平成11年(1999)10月5日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30 1 0 1 B
F 1 6 C 11/06		F 1 6 C 11/06 Z
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00 A

審査請求 有 請求項の数4 F D (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平10-90773

(22)出願日 平成10年(1998)3月19日

(71)出願人 000000974

川崎重工業株式会社

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

(72)発明者 佐々江 啓介

千葉県野田市二ツ塚118番地 川崎重工業株式会社野田工場内

(72)発明者 大築 康生

千葉県野田市二ツ塚118番地 川崎重工業株式会社野田工場内

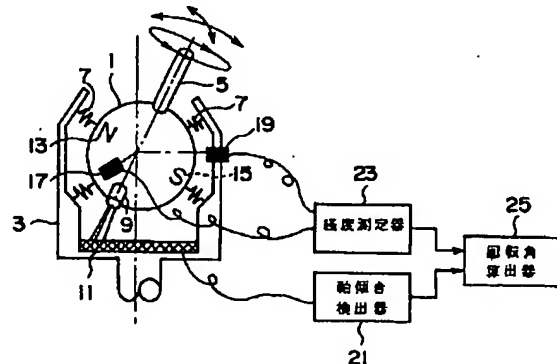
(74)代理人 弁理士 関 正治

(54)【発明の名称】 球ジョイント回転検出装置

(57)【要約】

【課題】 より簡単に出力軸回りの回転を検出できるより小型の球ジョイント回転検出装置を提供する。

【解決手段】 出力軸5を有するロータ1を収納したハウジング3からなる球ジョイントにおいて、出力軸に直交した方向に1対の磁極13、15を備えハウジングにホール素子などを使用した2個の磁気検出器17、19を備えて、その出力からロータの磁極位置の経度を算出する経度測定器23と、出力軸の対極に設けた光ビーム源9とハウジングの底面に展設された2次元光位置検出デバイス(PSD)11から構成されるなどして出力軸の傾きを検出する軸傾き検出器21と、経度測定器と軸傾き検出器の測定結果を用いて出力軸の軸回り回転角を算出する軸回り回転角算出器25とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 出力軸を有するロータと該ロータを中心位置に保持する球受けを備えたハウジングからなる球ジョイントの回転検出装置であって、前記ロータが出力軸に直交した方向に1対の磁極を備え前記ハウジングが少なくとも2個の磁気検出器を備えて該磁気検出器の出力から前記ロータの磁極位置の経度を算出する経度測定器と、前記出力軸の傾きを検出する軸傾き検出器と、前記経度測定器と前記軸傾き検出器の測定結果を用いて前記出力軸の軸回り回転角を算出する軸回り回転角算出器とを備えることを特徴とする球ジョイント回転検出装置。

【請求項2】 前記磁気検出器がホール素子を用いて非接触で磁極位置を検出することを特徴とする請求項1記載の球ジョイント回転検出装置。

【請求項3】 前記磁気検出器2個を、前記ハウジング底面と平行で前記ロータの中心を含む面内で該中心を挟んで直角の位置に配設することを特徴とする請求項1または2記載の球ジョイント回転検出装置。

【請求項4】 前記軸傾き検出器が、前記ロータの出力軸の対極に設けた光ビームを発生する光源と前記ハウジングの底面に展設された2次元光位置検出デバイス(PSD)を用いて、前記出力軸の傾きを2次元で測定することを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の球ジョイント回転検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、球ジョイントにおける出力軸の傾きと軸周りの回転を検出する回転検出器に関し、特に、ハウジング内の駆動部の揺動により球を回転させて出力軸に連結された物の向きを変化させたり軸回りに回転させたりするために使用する小型の球ジョイントに用いることができる回転検出器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】小型の球ジョイントは、メンテナンス検査や医療検査に用いる検査装置、レーザ照射装置やロボットアイの駆動機構など、小型で高性能な各種装置において部材の姿勢や方向を制御するための部品として使用される。特に回転駆動機構を内蔵した球ジョイントは、各種の搬送機器やそれらの玩具などの駆動輪として使用したり、パラレルリンク型ロボットや工作機械の駆動部など回転移動機構を有する物の駆動体として使用することができる。こうした小型の駆動機構を備えた球ジョイントとして、本願出願者による特開平10-6704に開示されたものがあるが、マイクロマシーン技術の進展やロボット作業の対象の広がりに伴って、この種の小型の駆動式球ジョイントに対する要請がますます強くなっている。

【0003】球ジョイントを各種装置器具に取り込んで活用するためには、出力軸の姿勢や回転に関する正確な測定が欠かせない。しかし、近年発達してきた球ジョイ

ントは極めて小型精密化していて、計測機構も小さく堅牢でかつ測定により球ジョイントに与える負荷が小さいことが要求される。2個のロータリーエンコーダと出力軸の間に2本のスライドバーを渡して、スライドバーの方向から出力軸の傾きを検出する方法もあるが、この方法では装置が大きくなりまた測定負荷のため球ジョイントの円滑な動きを阻害し、付属部品を含めた球ジョイントの小型化が困難である。また、出力軸の傾きは測定できても回転角を知ることができない。

10 【0004】これらの困難を解消する方法として、本願出願者の出願に係る特開平8-14864号公報に、ロータに2個の光源を設けハウジングの底面あるいは側面に2次元光位置検出デバイス(PSD)を設けて各光源から照射される光のスポット位置を2次元PSDによって検出しロータの回転を計測する方法が開示されている。この方法は、図5に示すように、ロータの回転出力軸の反対側に第1の光源を仕込み、この照射方向から出力軸の傾きを検出し、さらにこれとは異なる方向に光を放射する第2の光源をロータに仕込んでその照射方向から軸の回転角を算出するようになっている。

20 【0005】PSDは照射光分布の重心を検出する道具なので、1個のPSDで2個の光源の照射位置を時分割で検出するには光源の切り替え機構も内蔵しなければならない。このように2個の光源を使用することで、ロータの構造が複雑となり高度の加工を必要とし、またこれら機構を収納するため、ロータを小さくすることも困難である。さらに、複数の照射口を遮蔽しないようにするため、ロータを同心に保持する球受け構造やロータを駆動する機構に制約があった。なお、複数の光源があるため相互に干渉して生じる測定誤差を小さくする工夫も必要であった。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明が解決しようとする課題は、より簡単に軸回りの回転を検出できるより小型の球ジョイント回転検出装置を提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、出力軸を有するロータとロータを中心位置に保持する球受けを備えたハウジングからなる球ジョイントに用いる本発明の球ジョイント回転検出装置は、ロータの出力軸に直交した方向に1対の磁極を備えハウジングに少なくとも2個の磁気検出器を備えてこの磁気検出器の出力からロータの磁極位置の経度を算出する経度測定器と、出力軸の傾きを検出する軸傾き検出器と、経度測定器と軸傾き検出器の測定結果を用いて出力軸の軸回り回転角を算出する軸回り回転角算出器とを備えることを特徴とする。

50 【0008】なお、磁気検出器はホール素子を用いて非接触で磁極位置を検出するようにしたものであってもよ

い。また、磁気検出器2個を、ハウジング底面と平行でロータの中心を含む面内でロータ中心を挟んで直角の位置に配設するようにすることが好ましい。軸傾き検出器には、ロータ出力軸の対極に設けた光ビームを発生する光源とハウジングの底面に展設された2次元光位置検出デバイス(PSD)を用いて、出力軸の傾きを2次元で測定するようにしたものを使用することができる。

【0009】本発明の球ジョイント回転検出装置によれば、ロータを磁化しておいて少なくとも2個の磁気検出器で磁場強度を測定して磁極位置を知るようにしたの  
10 で、測定のためにはロータにただ1個の光源を組み込めば足りるから、小さなロータにも十分適用できる。なお、ロータを出力軸を回転軸とした回転体と見るとロータ表面にある磁極は回転体の赤道上に存在することになる。正負の磁極がロータの赤道上の対向する位置に対になって存在するため、磁気検出器の測定出力は磁気検出器と中心を結ぶ線と正負の磁極を結ぶ線の角度の余弦に比例する。したがって、ハウジングを基準とした磁極の経度 $\alpha$ すなわち磁気検出器の属する面内に投影した角度 $\alpha$ は、2個の磁気検出器から得られる測定出力から求め  
20 られる。

【0010】一方ハウジングに対する回転軸の傾き $(\phi, \theta)$ は、軸傾き検出器により求めることができる。したがってロータの赤道面の傾きが知れるので、静止座標系とも言うべきハウジング側の座標系からロータに固定された座標系への座標変換行列Tを用いることにより、磁極の経度 $\alpha$ を出力軸の回転角 $\beta$ に変換することができる。

【0011】なお、磁気検出器としてホール素子を用いると、極く小型の検出素子により非接触で磁極位置を検  
30 出することができる。また、磁気検出器2個を、ハウジング底面と平行でロータの中心を含む面内でロータ中心を挟んで直角の位置に配設することは、磁気検出器を静止座標系の2軸に配置することであり、このため、ハウジングを基準とした磁極の経度 $\alpha$ は2個の磁気検出器から得られる測定出力の比のアークタンジェントから求めることができ、演算が極めて簡単になる。

【0012】なお、軸傾き検出器として出力軸と結合した2本のビームの傾きから求める方法や撮像装置を用いた光学的な方法など各種のものが利用できる。特に、ロータ出力軸の対極に設けた光ビームを発生する光源とハウ  
40 ジングの底面に展設された2次元光位置検出デバイス(PSD)を用いて、出力軸の傾きを2次元で測定する軸傾き検出器を用いると、極めて小型な機構であるので小さなハウジングに組み込むことができ、また非接触で測定するので接触負荷トルクを生じさせずに、出力軸角度を検出することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明を実施例に基づいて詳細に説明する。図1は本発明の球  
50

ジョイント回転検出装置の1実施例を示す構成図、図2から図4はその測定原理を説明する図面である。

【0014】図1中、1はロータ、3はハウジング、5は出力軸、7は球受け、9は光源、11は光位置検出素子、13はN極、15はS極、17は第1の磁気検出器、19は第2の磁気検出器、21は軸傾き検出器、23は経度測定器、25は回転角算出器である。ロータ1は図示しない駆動ユニットによりハウジング3の中で回転駆動され、これに固定されている出力軸5の向きを変えたり軸回転をさせたりする。球受け7はロータ1の中心を常に一定の位置に保持する働きをする。光源9はロータ1表面上、出力軸5の対極に当たる位置に配設されていて、軸心方向に光ビームを放射する。光源9はLEDなど小型軽量で指向性の良いものが好ましい。また光源9の電力は出力軸5内を通した導線で外部から供給しても良いが、電池をロータ1内に組み込んで供給してもよい。

【0015】光位置検出素子11は、照射光分布の重心位置を2次元情報として取り出すもので、たとえば2次元半導体光位置検出素子(PSD)を使用することができる。光位置検出素子11は、ハウジング3の底面に展設されていて、光源9の照射位置を検出する。図2に示すように、光位置検出素子11の座標系の原点をロータ1の中心の直下、距離Lの所に位置するように配置すると、出力軸5の傾き $(\phi, \theta)$ は光位置座標 $(x, y)$ から次式で直ちに求められる。

$$\phi = \tan^{-1}(y/x)$$

$$\theta = \tan^{-1}((x^2 + y^2)^{1/2}/L)$$

軸傾き検出器21が光位置検出素子11の測定出力を用いてこれらの演算をし、結果を表示すると共に軸傾き測定信号として回転角算出器25に送る。

【0016】ロータ1は出力軸5に対して垂直な方向に磁化されていて、最も径の大きい赤道面上の対向位置に1対の正磁極N13と負磁極S15が形成されている。また、磁気検出器17と磁気検出器19がハウジング3内の床面に平行な面内に設置されている。検出器設置面は、出力軸5がハウジング床面に対して垂直になるときに磁極13、15が含まれるロータ1の赤道面と一致する面である。なお、磁気検出器17、19はロータ1の中心に対して直角になる位置に設置されている。

【0017】磁気検出器17、19は、正磁極N13と負磁極S15により形成される磁場強度に対応し、磁極軸の回転に伴い正弦波状の変化をする信号を出力する。磁気検出器17、19としてホール素子を用いた小型の測定器を使用すると、小さなハウジング3でもこれを収容して球ジョイントを小型化することができる。磁気検出器17、19の出力信号Vは、磁気検出器とロータ中心を結ぶ直線に対する磁極軸の傾き $\beta$ の余弦に比例し、 $V = A \cos \beta$ なる関係が成立する。したがって、2個の磁気検出器の出力を複合することにより磁気検出器とロ

ータ中心でなす面に投影した磁極の方向を示す角 $\alpha$ を求めることができる。

【0018】図3は、2個の磁気検出器の測定出力から角 $\alpha$ を求める原理を説明する図面である。磁気検出器 $S_x$ 、 $S_y$ とロータ中心 $O$ を含む検出器面 $B$ 内に直交座標系を想定し、 $x$ 軸上に設けられた $x$ 軸磁気検出器 $S_x$ と $y$ 軸上に設けられた $y$ 軸磁気検出器 $S_y$ により、ロータ面上 $N_d$ の位置に存在する $N$ 極の経度、すなわち $N$ 極から検出器面 $B$ に下ろした垂線の足と中心 $O$ を結ぶ線が $x$ 軸となす角 $\alpha$ を求めるものとする。

【0019】 $x$ 軸磁気検出器 $S_x$ の出力 $V_x$ と $y$ 軸磁気検出器 $S_y$ の出力 $V_y$ は、磁極軸すなわちロータ中心 $O$ と $N$ 極を結ぶ方向ベクトル $N_d$ が $x$ 軸に対してなす角 $\beta_x$ と $y$ 軸に対してなす角 $\beta_y$ の関数で、

$$V_x = A_x \cos \beta_x$$

$$V_y = A_y \cos \beta_y$$

と表される。なお、 $A_x$ 、 $A_y$ はそれぞれの検出器の感度を表す。

【0020】さらに、磁極軸 $N_d$ が検出器面 $B$ となす角を $\psi$ とすると、

$$\cos \beta_x = \cos \psi \cos \alpha$$

$$\cos \beta_y = \cos \psi \sin \alpha$$

となるから、

$$V_y / V_x = A_y \cos \psi \sin \alpha / A_x \cos \psi \cos \alpha = (A_y / A_x) \tan \alpha$$

なる関係がある。ここで $A_x = A_y$ とすれば、

$$\alpha = \tan^{-1} (V_y / V_x)$$

から $N$ 極の経度 $\alpha$ を求めることができる。磁気検出器 $S_x$ 、 $S_y$ とロータ中心 $O$ を結ぶ線が直交していない場合にも、計算が多少煩雑になるが $N$ 極の経度 $\alpha$ を求めることができることは言うまでもない。

【0021】図4は、回転角算出器25において出力軸5の傾きと磁極 $N$ の経度から出力軸回りの回転角を求めるアルゴリズムを説明する図面である。磁極軸の方向ベクトル $N_d$ の先端座標は経度測定器23により経度 $\alpha$ が与えられているので、検出器面 $B$ の上にとった直交座標系における座標値として $z$ 成分を求めれば位置が確定できる。一方、出力軸5の方向ベクトル $Z_r$ は、傾き測定器21により求められているので、検出器面 $B$ の上にとった直交座標系における単位ベクトル $Z_r$ の先端座標は簡単に知ることができる。出力軸5の方向ベクトル $Z_r$ と磁極軸の方向ベクトル $N_d$ は直交関係にあるので、 $Z_r \cdot N_d = 0$

なる関係が成立する。これから、磁極軸の方向ベクトル $N_d$ の $z$ 座標を求めることができる。

【0022】ここで、出力軸5の回りのロータ1の回転角は、ロータ赤道面内において基準位置から計った $N$ 磁極の回転角と同じであるから、基準位置を出力軸5を垂直姿勢にして検出器面 $B$ とロータ赤道面を一致させたときの $x$ 軸に対応する $X_r$ 軸に取れば、図4における回転

角 $\gamma$ で表される。基準軸 $X_r$ の単位ベクトルは、出力軸5の傾きから簡単に求まる。回転角 $\gamma$ は、基準軸 $X_r$ と磁極軸 $N_d$ のなす角であるから、上記で得られたベクトル値を用いて

$$\gamma = \cos^{-1} (X_r \cdot N_d / |X_r| |N_d|)$$

で求めることができる。

【0023】なお、軸傾き検出器は2次元光位置検出器に限らず、磁気的手段で出力軸5の傾きを知る方法や機械的なリンク機構を使用した方法など、各種の方法を使用したものが利用できる。また、磁気検出器の配置面もハウジング底面に平行でなくてもよく、高さもロータ中心位置に限らない。ロータ回転角を算出するためのアルゴリズムは上記実施例に説明したものに限らない。出力軸の姿勢とロータ表面の定点についての位置情報は既に3個の検出器で得られているから、外の演算方法でも回転角度を算出することができることはいうまでもない。さらに磁気検出器の相互関係もロータ中心を挟む直交関係に限らず任意の角度離しても良い。また、検出器面に設定する座標系も直交座標系でなく、座標軸が直角以外の角度で交わる3次元座標系、円筒座標系、球座標系などであってもよい。

【0024】

【発明の効果】上に詳細に述べた通り、本発明の球ジョイント回転検出装置は極めて小型に構成できるため、小型の球ジョイントに適用して球ジョイントの出力軸位置や回転の測定や測定結果をフィードバックして姿勢制御するために使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の球ジョイント回転検出装置の1実施例を示す構成図である。

【図2】本実施例の出力軸姿勢を測定する原理を説明する図面である。

【図3】本実施例の磁極の経度を測定する原理を説明する図面である。

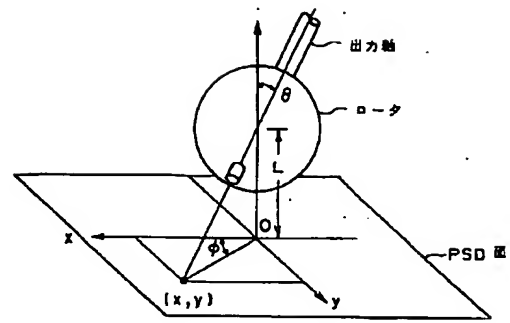
【図4】本実施例の出力軸回り回転角を算定する原理を説明する図面である。

【図5】従来の球ジョイント回転検出装置を示す構成図である。

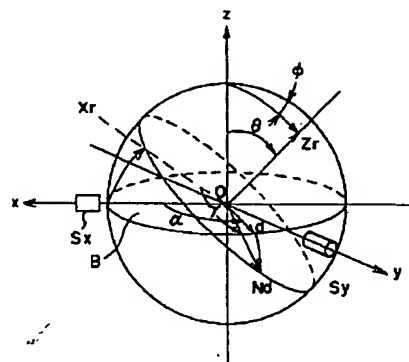
【符号の説明】

- 1 ロータ
- 3 ハウジング
- 5 出力軸
- 7 球受け
- 9 光源
- 11 光位置検出素子
- 13、15 磁極
- 17、19 磁気検出器
- 21 軸傾き検出器
- 23 経度測定器
- 25 回転角算出器

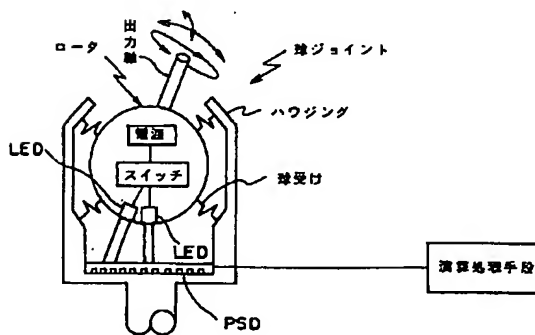
【図2】



【図4】



【図5】



PAT-NO: JP411271014A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11271014 A

TITLE: ROTATION DETECTING APPARATUS FOR BALL  
JOINT

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (2):

SOLUTION: An optical position detecting element 11 fetches, as two-dimensional information, the center-of-gravity position of the distribution of irradiation light. A shaft inclination detector 21 computes the center-of-gravity position by using the measured output of the optical position detecting element 11 so as to be sent to an angle-of-rotation computing device 25 as a shaft-inclination measuring signal. Output signals V's of magnetism detectors 17, 19 which are installed inside a face parallel to the floor face inside a housing 3 are proportional to the cosine of the inclination of a magnetic pole N with reference to a straight line which connects the magnetism detectors 17, 19 to the center of a rotor. As a result, when the outputs V's of the magnetism detectors 17, 19 are composed by a longitude measuring device 23, an angle which indicates the direction of the magnetic pole N projected onto a face which is formed of the magnetism detectors 17, 19 and of the center of the rotor can be found. Then, the angle of rotation around an output shaft 5 of a ball joint can be found by the angle-of-rotation detecting device 25 on the basis of the inclination of the output shaft 5 and on the basis of the longitude of the magnetic pole N.